

Основные тенденции развития
инновационных технологий в аквакультуре
Рециркуляционные системы водоснабжения,
как основа для индустриальных комплексов по
производству гидробионтов

Автор: Сергей Трачук (Motra, НИЦ Hidrobiotech)

2-ая международная конференция по аквакультуре

Даугавпилс, 2017

Типы и конструкции систем индустриальных производственных комплексов с разными уровнями интенсификации и сравнение экономической эффективности

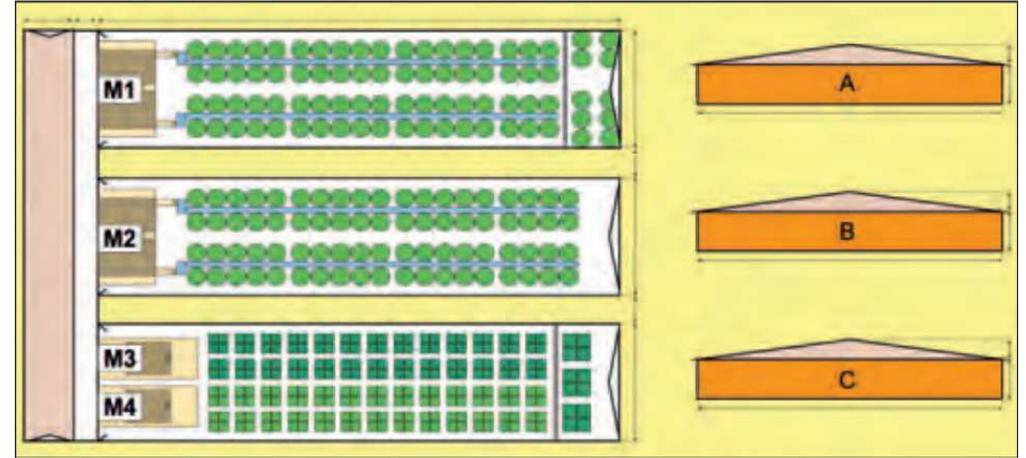
- Природный ресурс - вылов в реках, озёрах.
- Выращивание в искусственных водоёмах, прудах, водохранилищах.
- Выращивание в проточных системах, садках.
- Выращивание в проточно-замкнутых (рециркуляционных) системах водоснабжения. Патент LV 11246 В.
- Выращивание в замкнутых (рециркуляционных) системах водоснабжения с использованием биофильтра для биологической очистки воды, как элемента комплекса жизнеобеспечения (при регенерации воды).
- Выращивание в замкнутых (рециркуляционных) системах водоснабжения с аквапонным принципом регенерации воды, с использованием фитофильтра, для биологической очистки воды от продуктов метаболизма гидробионтов, как элемента комплекса жизнеобеспечения.
- Выращивание в проточно-замкнутых (рециркуляционных) системах водоснабжения с аквапонным принципом регенерации воды, с использованием фитофильтра (теплицы).

Сравнительный анализ эффективности производств с разными уровнями интенсификации и их комбинация

- $K_i=0$ при отсутствии затрат на производство (вылов в природных водоемах), при этом пренебрегаем затратами на орудие лова, транспорт до места лова и так далее.
- $K_i=1$ затраты только на корм, при отсутствии других кормовых источников.

Наименование системы	Плотность посадки кг/м ² (м ³)	Коэффициент прироста в год	Производительность в год кг/м ² (м ³)	Коэффициент интенсификации	Себестоимость Цена корм. X коэф. интенс.
Природные водоемы	0,1	2,0	0,2	1,0	1,0 €/кг
Прудовые и озерные	0,2	2,5	0,5.	1,4	1,4 €/кг
Проточные	50.	2,8.	140.	2,3	2,5 €/кг
Замкнутые системы	50/25	4	200/100	3,6	4,3 €/кг
Замкнутые-аквапонные	50/25.	4	200/100	2,9	3,5 €/кг
Проточно-замкнутые	50.	4	200	2,7	3,1 €/кг
Проточно-замкнутые-аквапонные	50	4	200.	2,25	2,6 €/кг
Тоже самое только для паку, гурами на м³					
Замкнутые системы	45.	4.	180.	3	2,7 €/кг
Замкнутые-аквапонные	45.	4.	180	2,7	2,4 €/кг
Проточно-замкнутые-	45.	4.	180.	2,3	2,1 €/кг

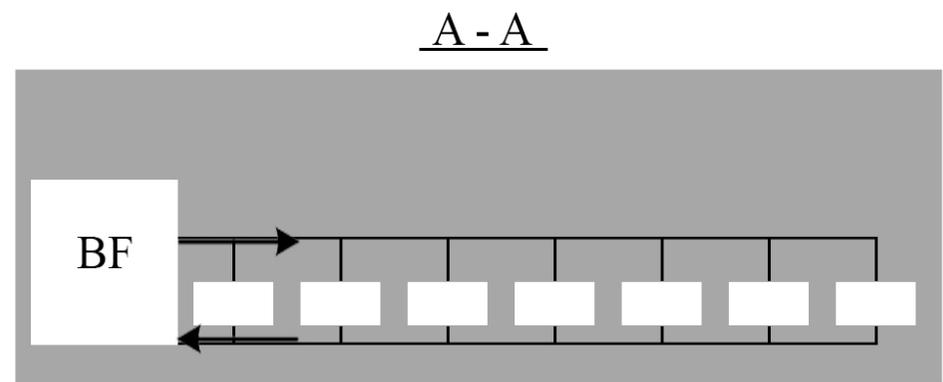
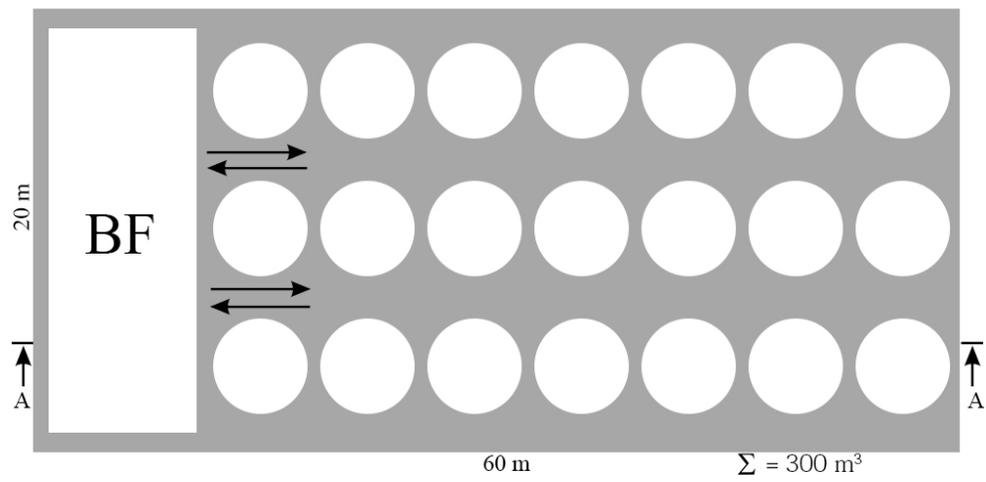




Рециркуляционные системы водоснабжения (УЗВ)

Компоновка оборудования производства

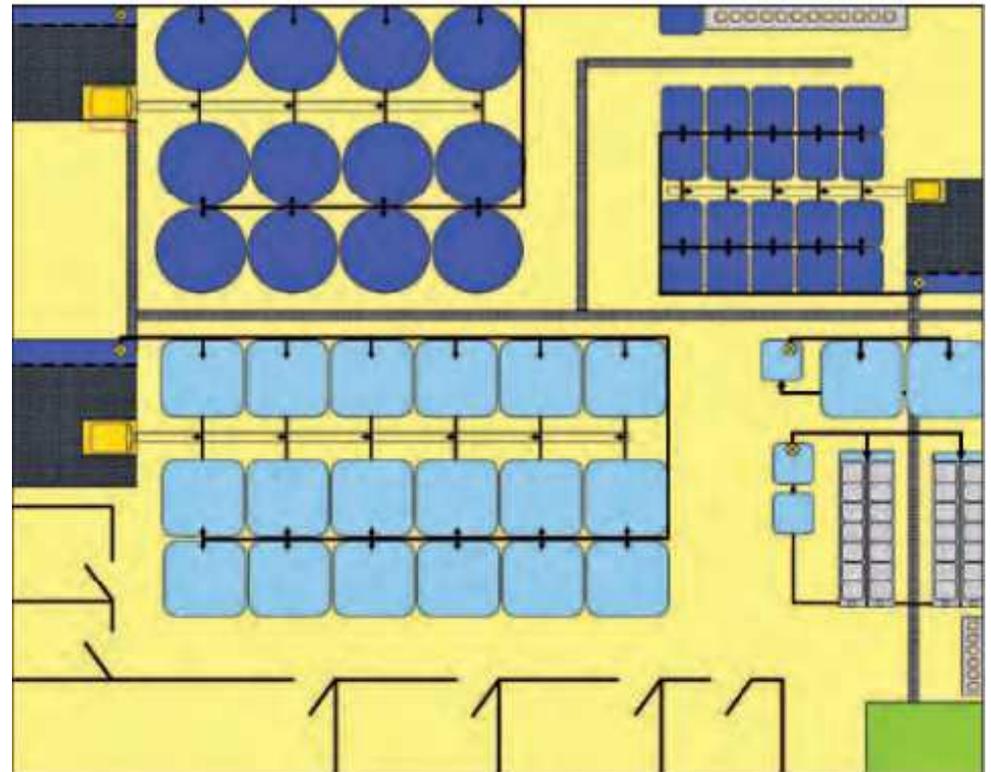
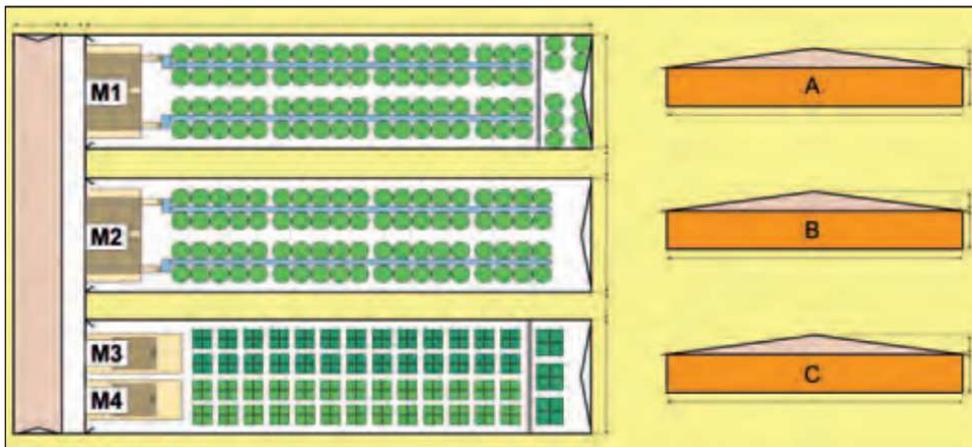
- Современные предприятия имеют традиционные принципы размещения оборудования, при которых не рационально используется объём отапливаемых помещений, что приводит к высоким удельным капитальным затратам на строительство и высокую эксплуатационную стоимость.
- Циркуляция воды в вертикальной плоскости приводит к большим затратам на подъем воды.

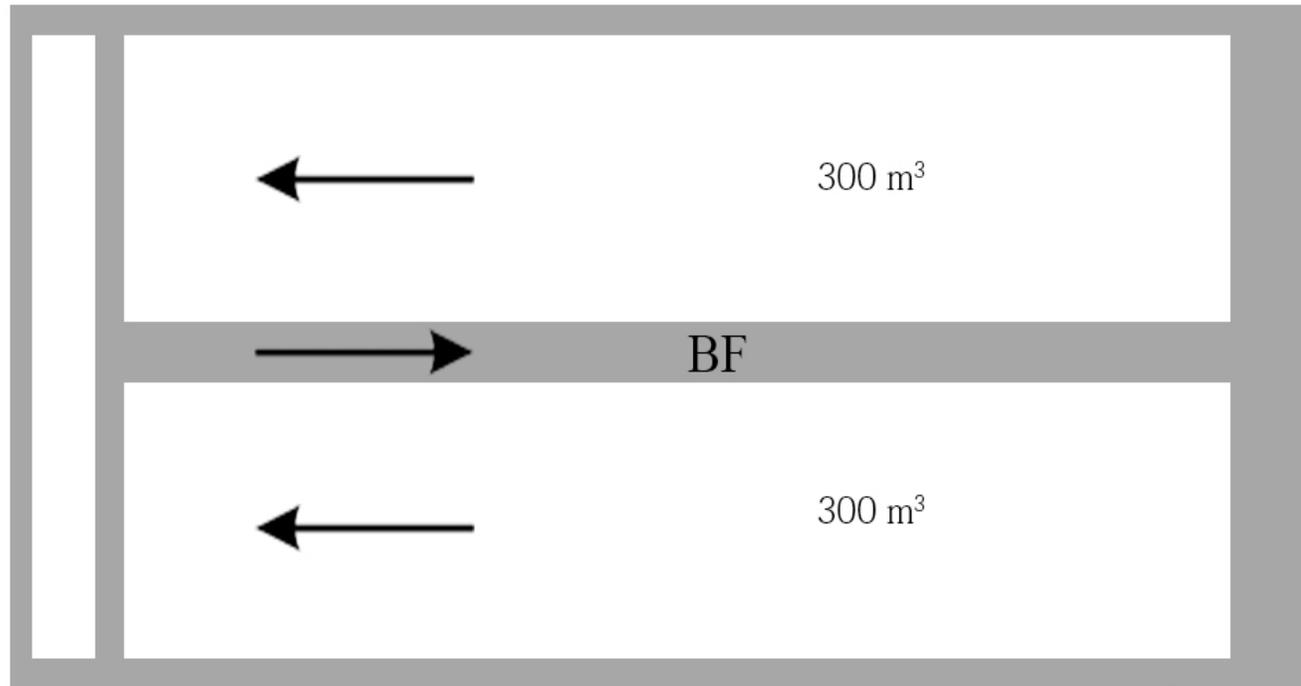


Современные производства, использующие рециркуляционный принцип водоснабжения, имеют:

- много небольших (от 4 до 100 м³) бассейнов;
- общая система налива воды в бассейны (трубопроводы);
- общая система слива воды из бассейнов;
- циркуляция воды в вертикальной плоскости;
- общая система механической очистки воды;
- общая система регенерации воды (биологическая очистка, дегазация, дезинфекция, оксигенация).







$\Sigma = 600\text{ m}^3$

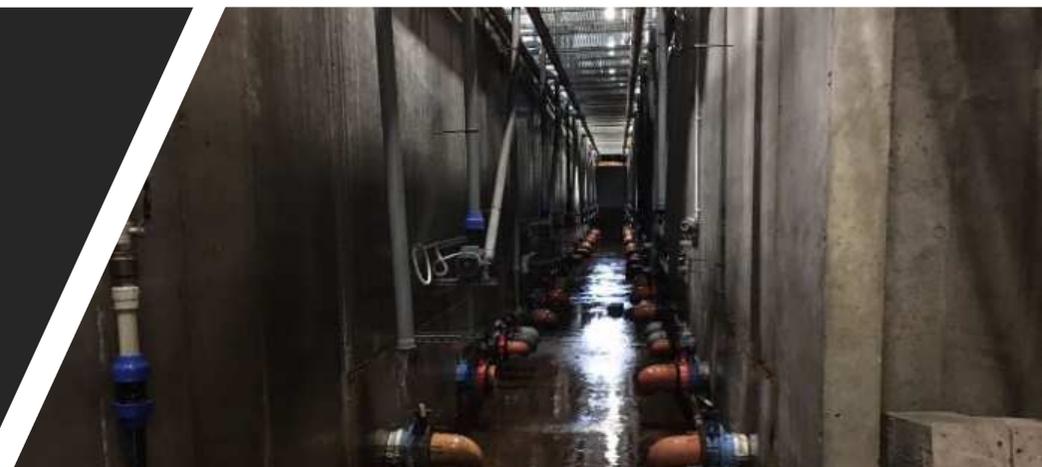


Дифференцированное,
модульное
производство
позволяет:

- повысить надёжность и живучесть всего комплекса. При аварии только один модуль прекращает работу (ликвидация последствий аварии). Рыбу можно пересадить в другие модули, что исключает потери;
- повысить биологическую безопасность, при заражении гидробионтов инфекцию можно локализовать в рамках одного модуля, организовав карантин;
- организовать мультипрограммное производство нескольких видов гидробионтов одновременно в разных модулях, с разными температурными, биохимическими и другими технологическими режимами;

Дифференцированное, модульное производство позволяет (2):

- отсутствие коммуникаций между рабочим бассейном и комплексом регенерации позволяет снизить капитальные и эксплуатационные затраты;
- циркуляция воды происходит в горизонтальной плоскости, что значительно снижает затраты на перекачку воды;



Механическая фильтрация, сепарация

- Существующие современные системы механической фильтрации, используют в основном сетчатые барабанные механические фильтры для разделения воды с растворенными в ней продуктами метаболизма и нерастворимых частиц.
- Общий поток воды и грязи идёт на барабанный фильтр.

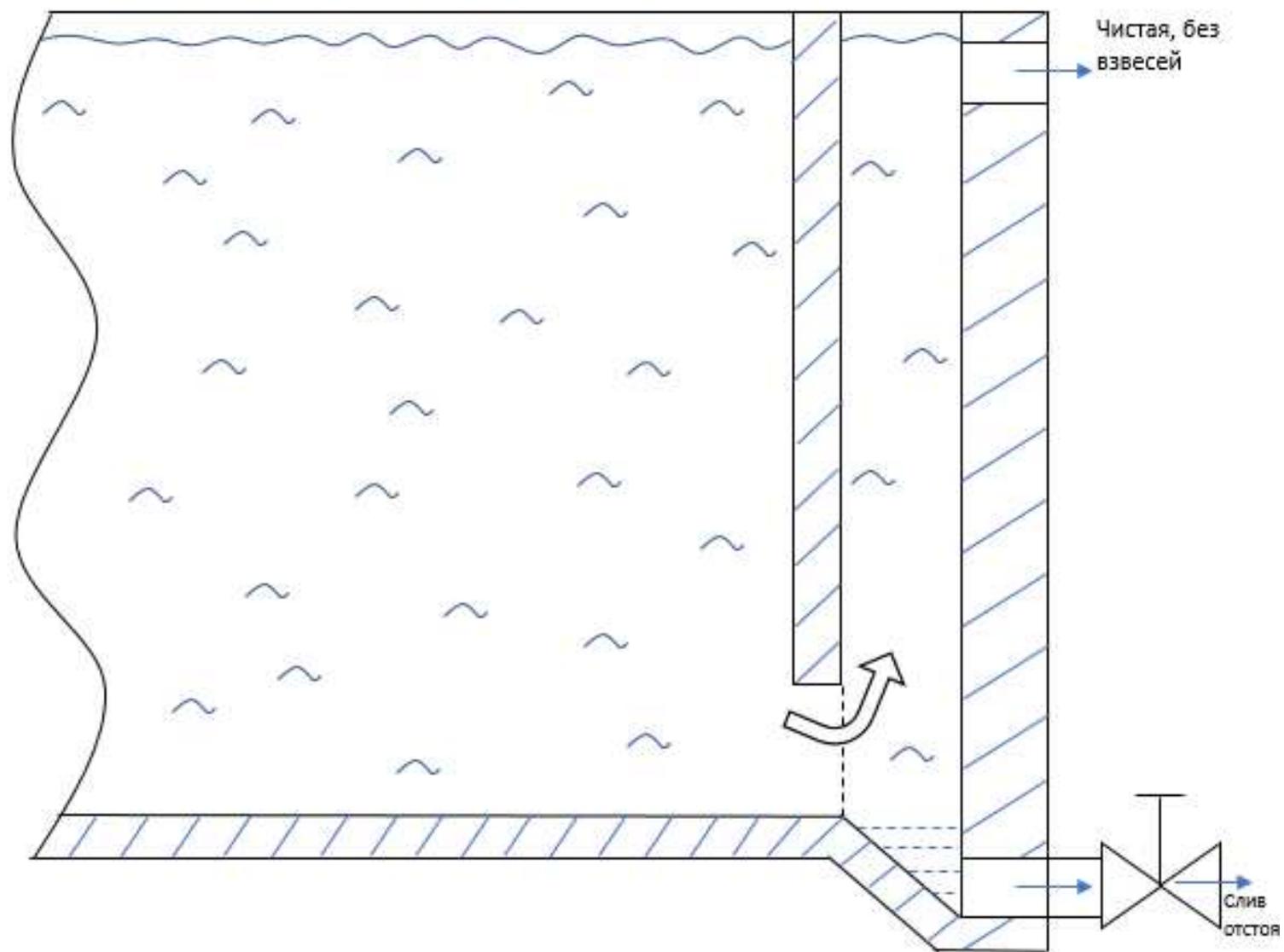
Эта система фильтрации имеет ряд недостатков:

- высокая стоимость капитальных вложений и эксплуатационных расходов.
- нерастворимые частицы, размером меньше размера ячейки сита, барабанного механического фильтра, не отфильтровываются и остаются в рециркуляционной воде тем самым снижает эффективность комплекса регенерации воды.
- неудобство размещения в комплексе регенерации.



- Для достижения основной цели механической фильтрации, наиболее целесообразно использовать различные конструкции сепараторов, разделяющих поток чистой и грязной воды с использованием грязеловушек работающих дискретно.
- Основные принципы действия сепараторов (инерционных, гравитационных и комбинированных), позволяют упростить конструкцию механического фильтра, разместить её в проточной части рециркуляционного контура или непосредственно в рабочих бассейнах. При этом в отличие от барабанного фильтра, в биореактор поступает вода без механических взвесей, что повышает эффективность системы регенерации. Капитальные и эксплуатационные затраты сепараторный механических фильтров намного ниже.

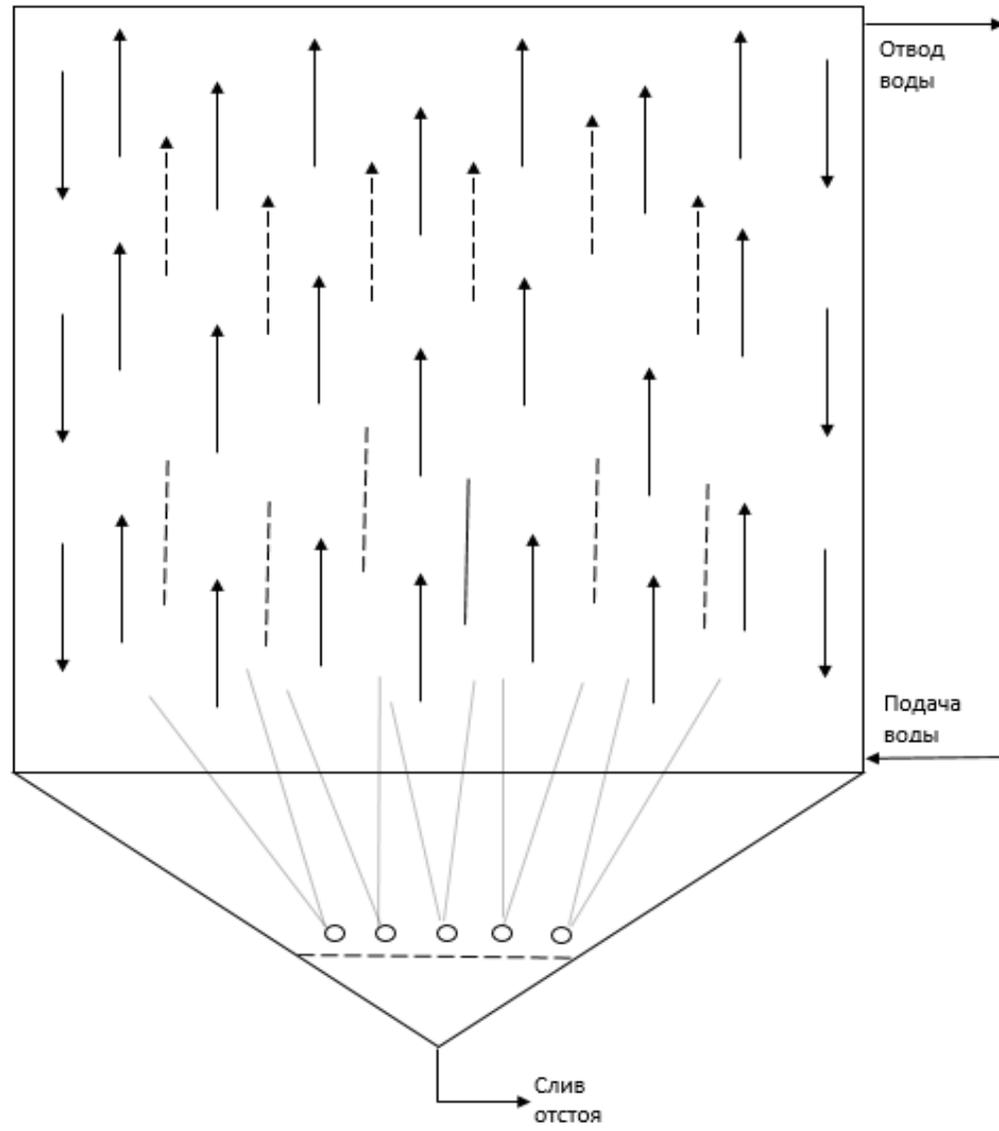
Сепарация воды



Биофильтр, биореактор

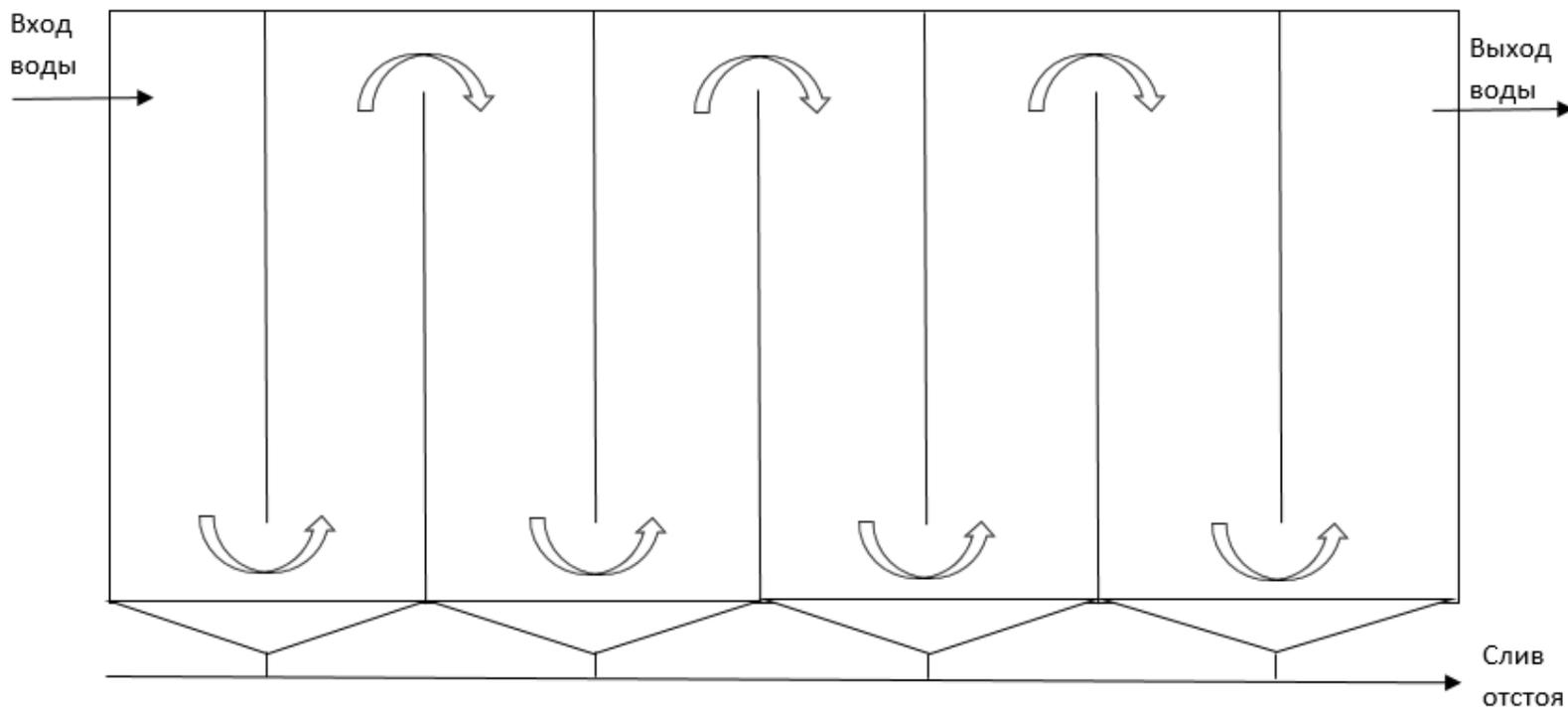
- Существующие современные биореакторы имеют множество видов конструктивного решения с гидростатической и гидродинамической загрузкой и аэрогидродинамическим режимом работы. Самый распространённый вид такого биореакторе имеет колончатую конструкцию-резервуар, подача и слив воды, воздушная продувка.
- Основной недостаток такой конструкции биореактора это общий объём, в котором разные колонии бактерий, перерабатывающие продукты метаболизма, конкурируют за поверхность субстрата (наполнителя) и при возникновении преимущества для одной из группы бактерий, происходит вытеснение конкурентной группы бактерий, что приводит к снижению эффективности биореактора, сбою в работе и к возникновению аварии.

Биореактор колончатого типа



Наиболее эффективное конструкторское решение — это использование коридорного аэро-гидро-динамического биореактора у которого сильно вытянута проточная часть, и колонии бактерий расселяются по мере поступления питательных веществ, вдоль проточной части на субстрате (как в природной среде - в реке).

Биореактор коридорного типа

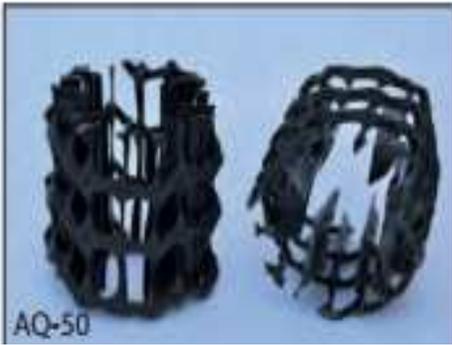


Преимущества такой конструкции биореактора:

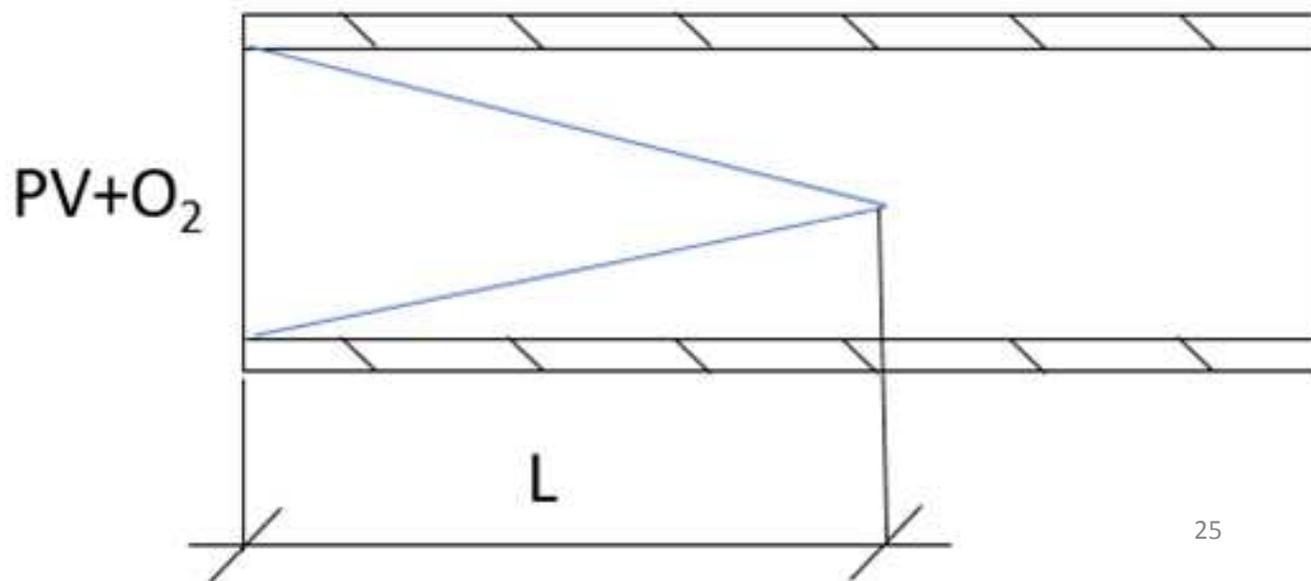
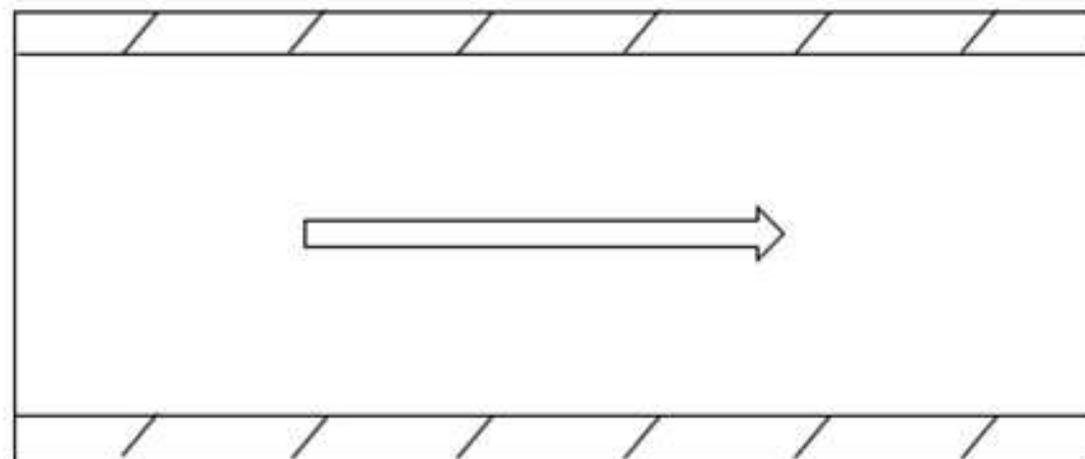
- стабильность в работе, безаварийность;
- отсутствие подводных коммуникаций;
- конструкция встроена в канал между стенками бассейна, что снижает капитальные затраты на строительство;
- хорошая конструктивная совместимость в компоновке с остальными элементами комплекса регенерации воды (механическая сепарация, аэрлифт, дезинфекция, дегазация, безнапорная оксигенация).

Наполнитель биофильтра

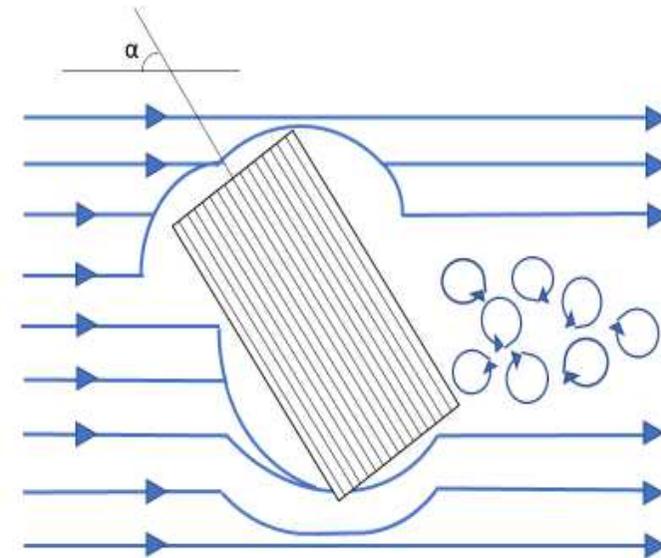
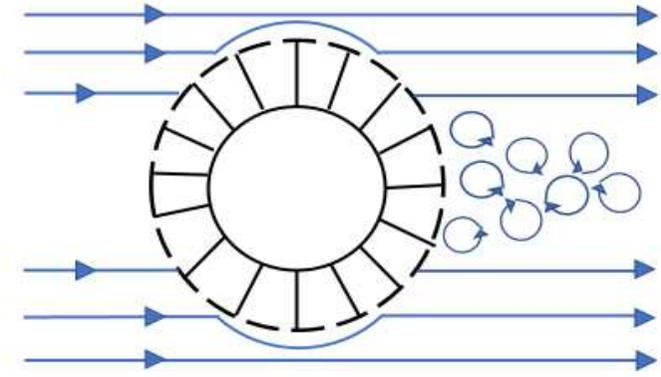
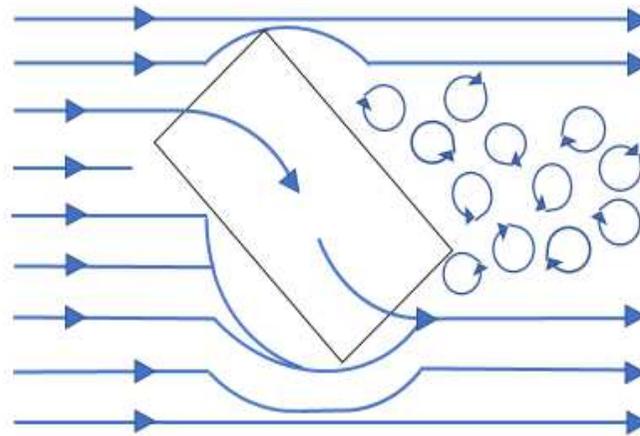
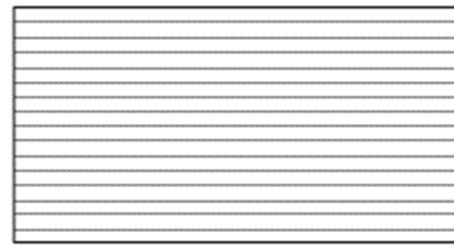
- Современные наполнители классифицируются по многим признакам:
 - общая площадь;
 - закрытая площадь;
 - эффективная площадь на метр кубический;
 - плавучесть;
 - хрупкость (старение);
 - цепляемость.
- Наиболее важным признаком является эффективная площадь. Она зависит от конструкции элемента наполнителя которая влияет на гидродинамические характеристики (застойные зоны) и биодинамические (питательное и кислородное голодание, тоннельный эффект).
- Если сравнить два вида распространённых наполнителей, то их эффективность не соответствует основным принятым характеристикам.



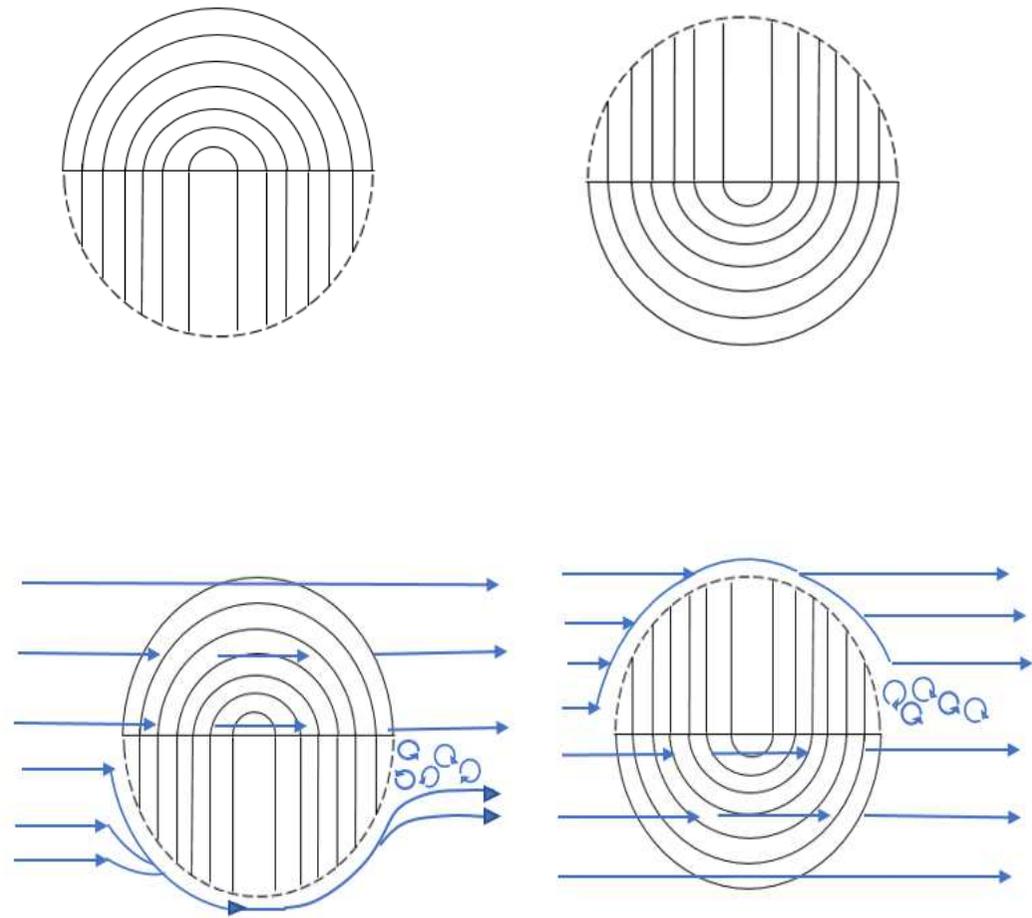
При нормальных условиях 1 м^2 плоской поверхности покрытой органической пленкой бактерий, может переработать продукты метаболизма от 20 грамм корма. Если разместить две плоскости покрытые органической и пленкой параллельно и создать течение воды между ними, насыщенное питательными для бактерий веществами PV (растворенные продукты метаболизма) и насыщенную кислородом O_2 , то концентрация PV и O_2 будет снижаться в направлении вектора движения вплоть до 0.



Начиная с этого момента L поверхности пластин не перерабатывают растворенные продукты метаболизма в силу отсутствия PV или O_2 и чем меньше h тем меньше L (назовём это тоннельным эффектом), а значит в конструкции наполнителя необходимо учитывать тоннельный эффект. Зависимость L от h это отдельный сектор исследований, которые необходимо провести при конструировании наполнителей биофильтров.

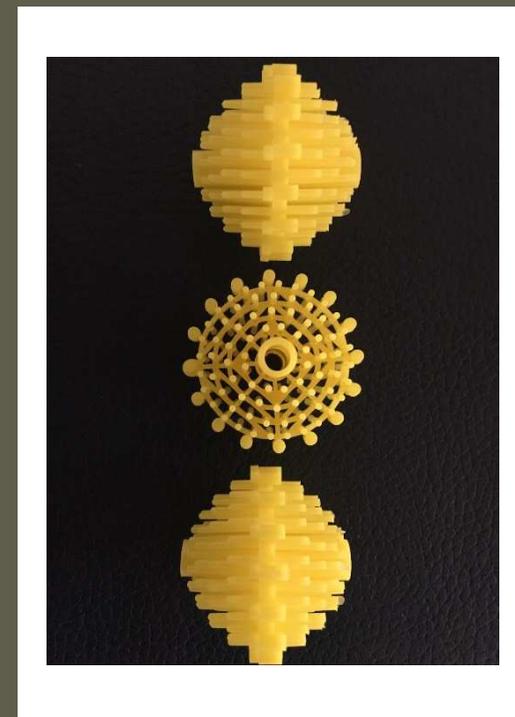


- Такие же особенности у всех наполнителей с пластинчатой конструкцией элементов.
- В результате представленного анализа видно, что эффективная площадь наполнителя биофильтра в силу большого количества застойных зон и плохой обтекаемости поверхности фактически намного ниже расчётной. И оценивается как сумма дифференциальных вариаций эффективных площадей элементов наполнителя при равной вероятности возникновения позиции угла наклона, и равна примерно 35% от теоретической площади.



Наполнитель биофильтра

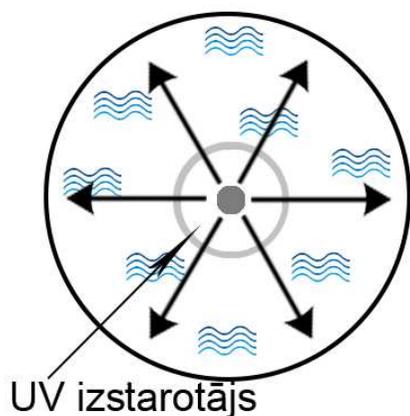
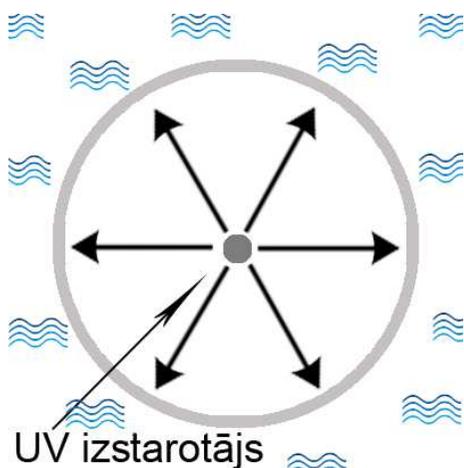
Наиболее перспективными наполнителями с большой эффективной площадью являются игольчатые элементы.



Традиционный УФ обеззараживатель

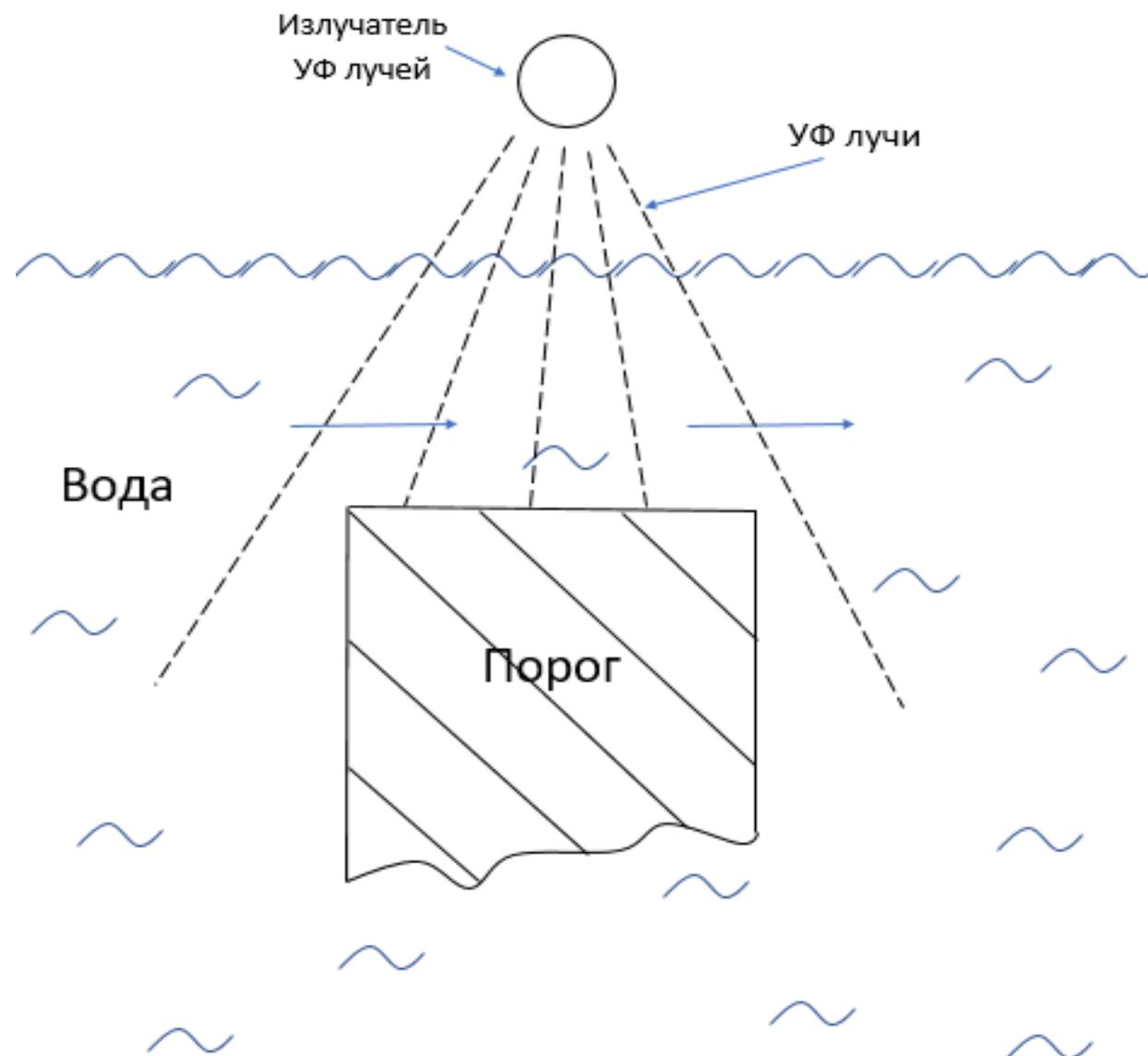


Дезинфекция воды



- Наиболее распространённые системы дезинфекции воды, используемые в промышленных производствах, имеют общий конструктивный элемент, где ультрафиолетовый излучатель находится внутри водного потока.
- Основной проблемой такой системы ультрафиолетового обеззараживания является образование органической пленки на границе сред вода-стекло. Эта пленка быстро нарастает и поглощает УФ лучи, что сильно снижает эффективность дезинфекции и при отсутствии мероприятий по удалению пленки на стеклянной трубке приводит к полному отсутствию эффекта обеззараживания (уничтожения патогенных микроорганизмов). Это влечёт удорожание капитальных и эксплуатационных затрат.

- Такую конструкцию так же можно использовать для очистки воды от растворенных загрязнителей используя эффект фото диссоциации с использованием электромагнитных импульсов большой мощности.
- Исследования в этом направлении ведутся совместно с Даугавпилским университетом и перспективы обнадеживающие.

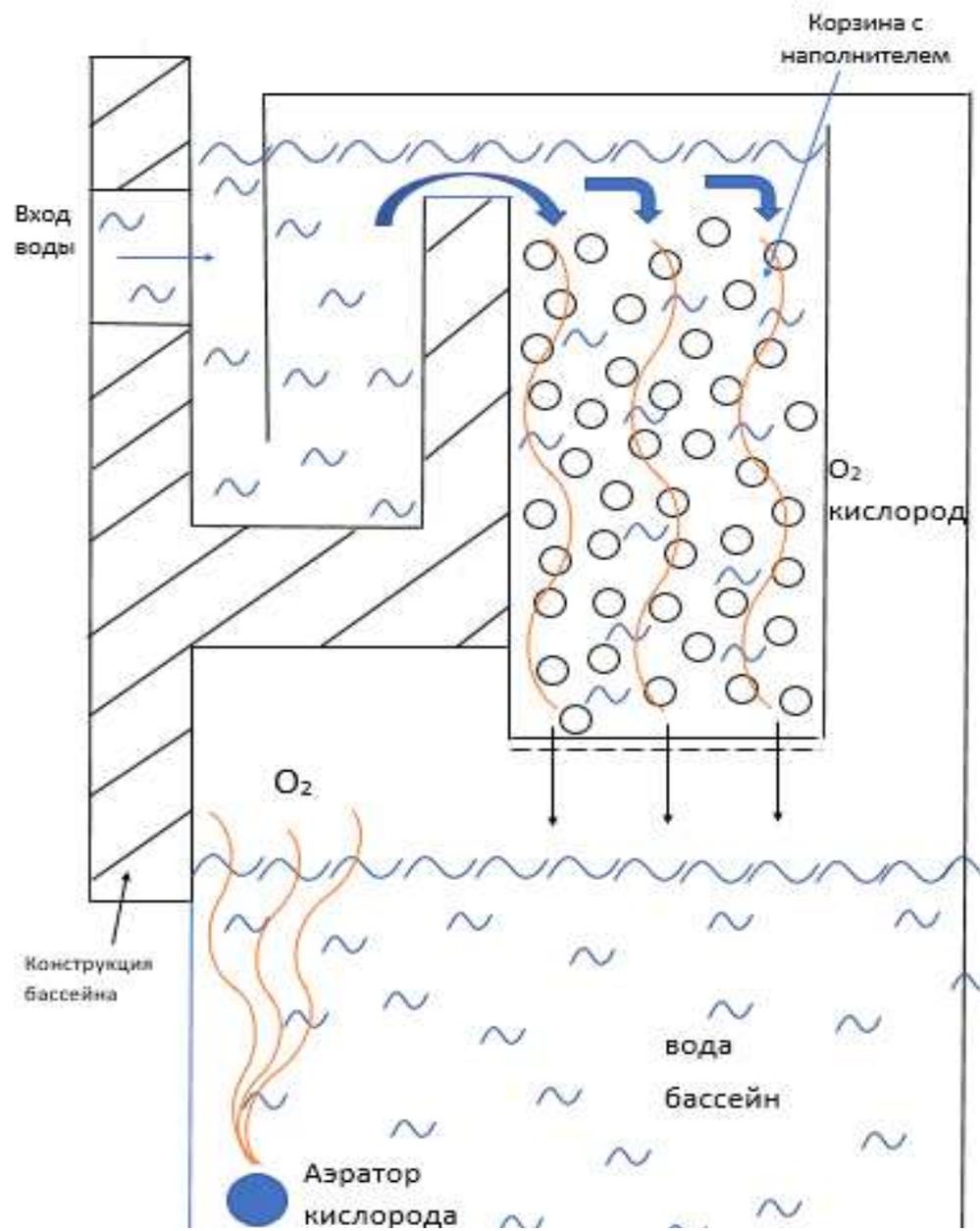




Традиционный оксигенатор

Оксигенация воды

- Основные системы оксигенации воды используют или повышенное давление, для большей концентрации и растворимости кислорода, или системы механического разбрызгивания воды, или распыление кислорода в воде.
- Наиболее эффективным является комбинация нескольких видов, а именно разбрызгивание воды в кислородной среде предварительно пропуская кислород с большой глубины под кожух разбрызгивателя.





Адаптация диких видов гидробионтов





Спасибо за внимание!